

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 09248761
PUBLICATION DATE : 22-09-97

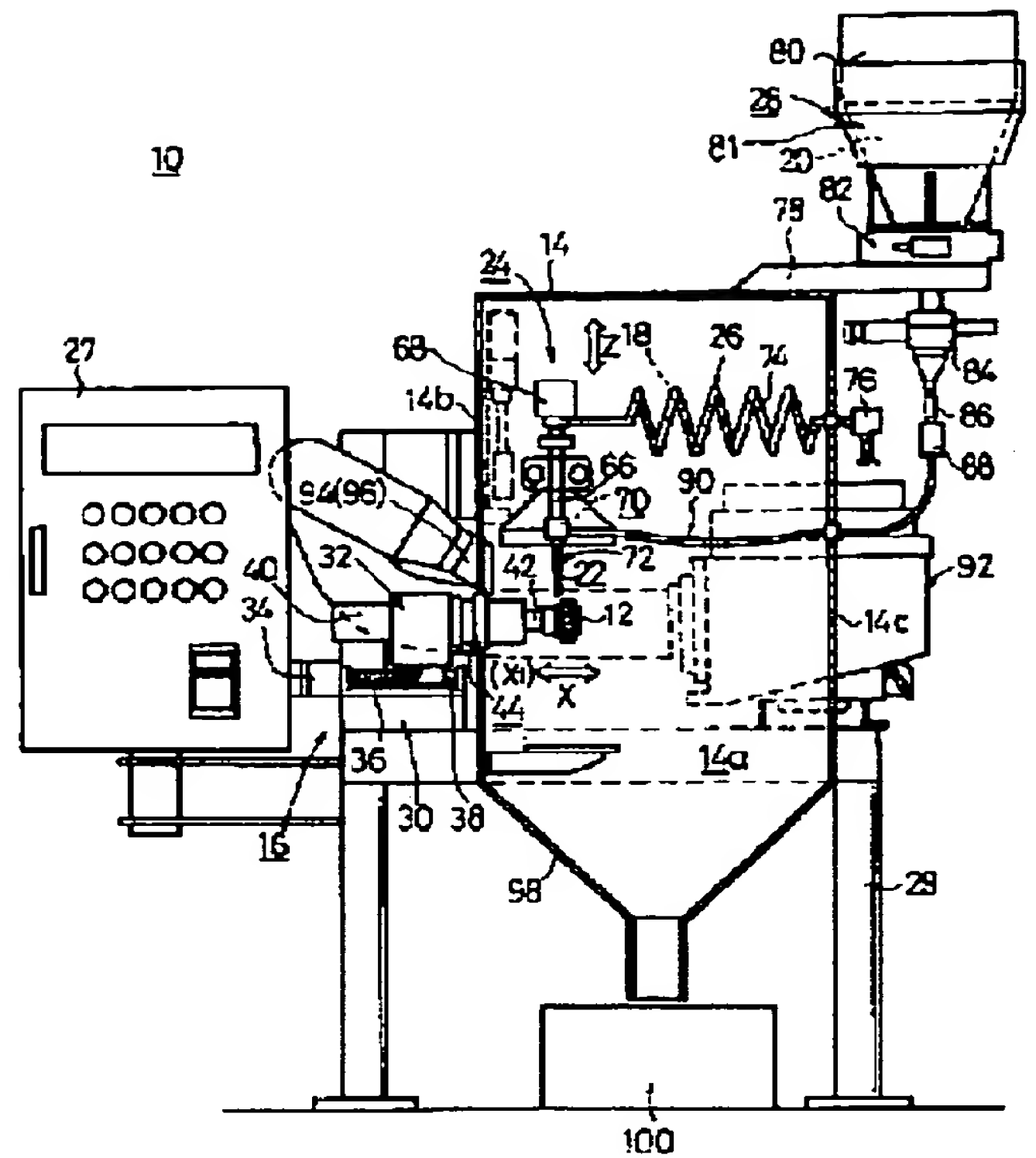
APPLICATION DATE : 08-03-96
APPLICATION NUMBER : 08052061

APPLICANT : HONDA MOTOR CO LTD;

INVENTOR : SUGANO TADAO;

INT.CL. : B24C 1/10

TITLE : STRENGTHENING DEVICE FOR GEAR



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a smooth surface from the tooth flank to the dedendum as well as so apply sufficient compression residual stress.

SOLUTION: A strengthening device is provided with a gear holding mechanism 16 for supporting a gear 12 by a chamber 14a so that it may be freely advanced, retreated, and rotated, spouting mechanism 24 for spouting jets 22 of water 18 and glass beads 20 toward the gear 12, a water supplying mechanism 26 for pressure-feeding water 18 to the spouting mechanism 24, and a glass beads supplying mechanism 28 for supplying the glass beads 20 to the projecting mechanism 24 by the specified amount.

COPYRIGHT: (C) JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-248761

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl.⁶

B 2 4 C 1/10

識別記号

庁内整理番号

F I

B 2 4 C 1/10

技術表示箇所

D

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平8-52061

(22) 出願日

平成8年(1996)3月8日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 鈴木 貞次

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 田岡 明範

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(72) 発明者 菅野 忠雄

埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 弁理士 千葉 剛宏 (外1名)

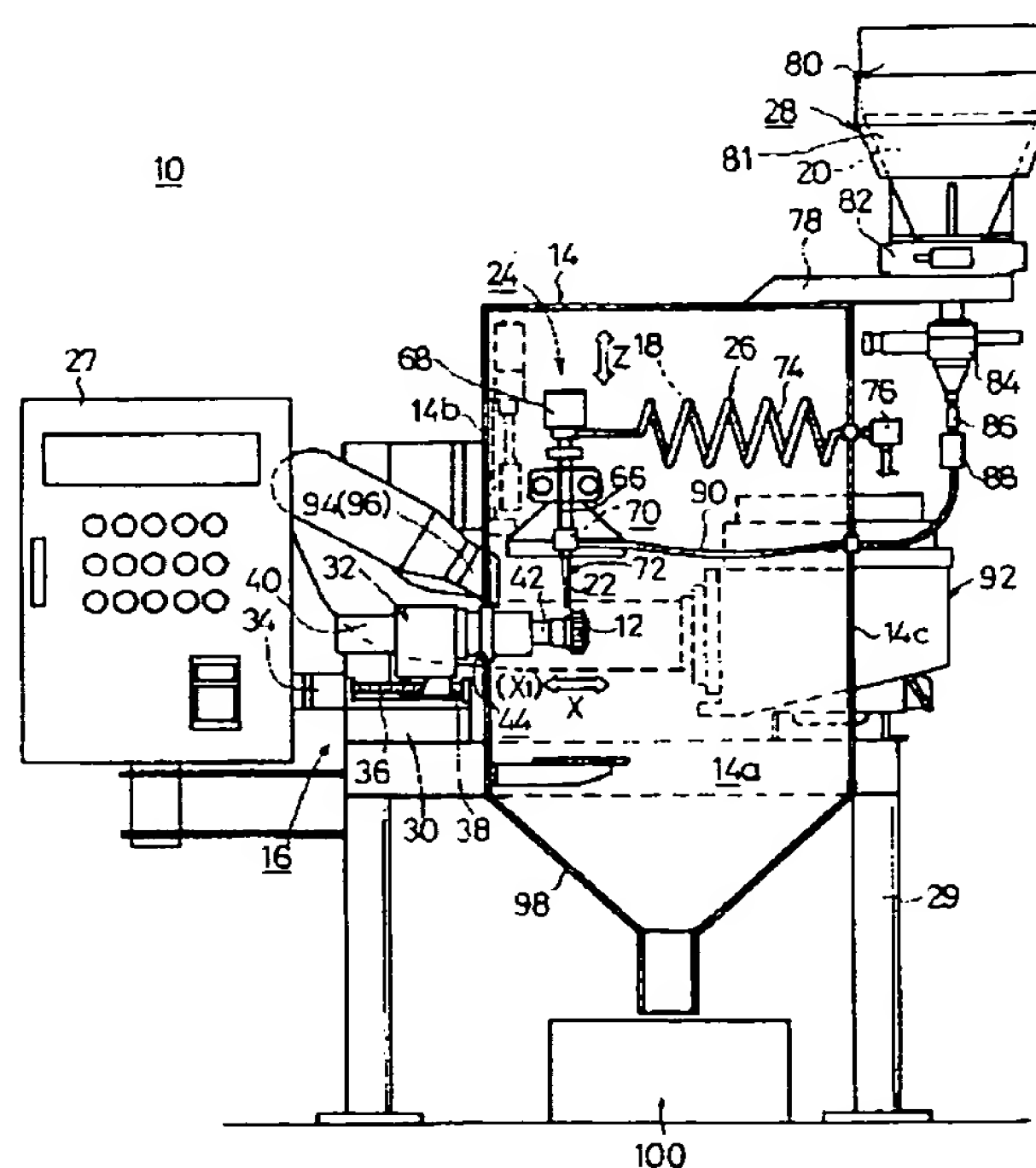
(54) 【発明の名称】 歯車の高強度化装置

(57) 【要約】

【課題】十分な圧縮残留応力を付与するとともに、歯面から歯元にわたって平滑な面を得ることを可能にする。

【解決手段】歯車12をチャンバ14aで回転および進退自在に支持する歯車保持機構16と、この歯車12に向かって水18とガラスビーズ20との噴流22を投射する投射機構24と、前記投射機構24に前記水18を圧送する水供給機構26と、前記投射機構24に前記ガラスビーズ20を所定量ずつ供給するガラスビーズ供給機構28とを備える。

FIG. 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 歯車表面の強度を高めるための歯車の高強度化装置であって、

処理室内で、熱処理後の前記歯車を位置決め保持する歯車保持機構と、

前記歯車に向かって液体とガラスビーズとの噴流を投射する投射機構と、

前記投射機構に前記液体を圧送する液体供給機構と、

前記投射機構に前記ガラスビーズを所定量ずつ送り出すガラスビーズ供給機構と、

を備えることを特徴とする歯車の高強度化装置。

【請求項2】 請求項1記載の高強度化装置において、前記歯車保持機構は、前記歯車を保持して所定方向に回転自在なスピンドルユニットと、

前記歯車を保持した前記スピンドルユニットを、該歯車の軸方向に進退自在なスライドユニットと、

を備えることを特徴とする歯車の高強度化装置。

【請求項3】 請求項1記載の高強度化装置において、前記投射機構は、液体とガラスビーズとの噴流を投射するノズルと、

前記ノズルを前記歯車に対して進退変位させる変位手段と、

を備えることを特徴とする歯車の高強度化装置。

【請求項4】 請求項3記載の高強度化装置において、前記変位手段は、前記ノズルを平行移動可能な第1スライドユニットと、

前記ノズルをその軸心方向に移動自在な第2スライドユニットと、

を備えることを特徴とする歯車の高強度化装置。

【請求項5】 請求項3記載の高強度化装置において、前記変位手段は、前記ノズルを前記歯車の中心に向かう姿勢から所定の角度範囲で傾動自在な傾動手段を備えることを特徴とする歯車の高強度化装置。

【請求項6】 請求項1記載の高強度化装置において、前記液体供給機構および前記ガラスビーズ供給機構は、前記歯車保持機構と反対側から前記処理室内に臨むように設定されることを特徴とする歯車の高強度化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、歯車表面の強度を高めるための歯車の高強度化装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般的に、歯車は、使用に際して繰り返し荷重を受けるため、その表面の疲労強度を高める必要がある。このため、従来より、熱処理後の歯車表面に鋼球等を衝突させて圧縮残留応力を付与するショットピーニングが広く行われている。

【0003】ところが、ショットピーニングでは、ショット材として鋼球が使用されるため、歯車表面が粗れてしまい、その表面粗度が低下するという不具合があっ

た。そこで、例えば、特公平5-21711号公報に開示されているように、金属成形品を表面焼入れし、次いで金属表面を研削した後に、粒径が0.2mm～0.6mmのガラスビーズを投射するようにした金属表面の高強度化方法が知られている。これにより、金属表面を粗らすことなく、疲労強度を向上させようとするものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の従来技術では、金属表面の面粗さの向上が認められるものの、付与される圧縮残留応力が低下して疲労強度を所望の値まで向上させることができないという問題が指摘されている。しかも、投射されるガラスビーズの指向性が悪いため、このガラスビーズが種々の方向に飛散し易くなり、特に歯車の歯面から歯元に前記ガラスビーズを効率的に投射することができないという問題が指摘されている。

【0005】 本発明は、この種の問題を解決するものであり、十分な圧縮残留応力を付与するとともに、歯面から歯元にわたって平滑な面を得ることが可能な歯車の高強度化装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 前記の課題を解決するために、本発明は、熱処理後の歯車が歯車保持機構により保持された状態で、液体供給機構から投射機構に液体が圧送されるとともに、ガラスビーズ供給機構から前記投射機構にガラスビーズが所定量ずつ送り出される。これにより、ガラスビーズと液体との噴流が歯車表面に向かって投射され、前記ガラスビーズが指向性を有して所望の圧縮残留応力を付与することができる。その際、ガラスビーズが歯車表面で粉砕し、この歯車表面の酸化物層が除去されるとともに、歯面から歯元にわたって平滑な面が得られる。

【0007】 ここで、歯車が、歯車保持機構を構成するスピンドルユニットの作用下に所定方向に回転されながら、スライドユニットを介して軸方向に進退すると、指向性を有する噴流が前記歯車表面全体に確実に投射される。従って、歯車の高強度化処理作業が均一かつ高精度に遂行される。

【0008】 また、投射機構を構成するノズルが、変位手段を介し歯車に対して平行移動や傾動することにより、種々の異なる歯車に所望の投射角を維持して液体とガラスビーズとの噴流を投射することができ、しかも歯面の両側に噴流を効率的に投射することが可能になる。

【0009】 さらにまた、液体供給機構およびガラスビーズ供給機構が、歯車保持機構と反対側から処理室内に臨むように設定される。このため、液体供給機構およびガラスビーズ供給機構と歯車保持機構とが干渉することがなく、装置全体の小型化が容易に図られる。

【0010】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の第1の実施形態に係る高強度化装置10の一部断面正面説明図であり、図2は、前記高強度化装置10の一部断面側面説明図である。

【0011】高強度化装置10は、被処理物である歯車12を保持してケーシング14内のチャンバ（処理室）14aでこの歯車12を位置決め保持する歯車保持機構16と、液体、例えば、水18とガラスビーズ20との噴流22を前記歯車12に向かって投射する投射機構24と、この投射機構24に前記水18を圧送する水供給機構（液体供給機構）26と、前記投射機構24に前記ガラスビーズ20を所定量ずつ送り出すガラスビーズ供給機構28と、これらを駆動制御するための操作盤27とを備える。

【0012】歯車保持機構16は、図1に示すように、水供給機構26およびガラスビーズ供給機構28と反対側からチャンバ14aに臨むように設定されている。この歯車保持機構16は、基台29上に載置されたX軸スライドユニット30とスピンドルユニット32とを備える。このX軸スライドユニット30を構成するX軸モータ34にボールねじ36が連結され、このボールねじ36に一对のガイドバー38が平行に配設されるとともに、前記ボールねじ36と前記ガイドバー38とを介してスピンドルユニット32が矢印X方向に進退可能に支持される。

【0013】スピンドルユニット32は、スピンドルモータ40に連結されたスピンドル42を有し、このスピンドル42の先端に歯車12が装着される。スピンドルユニット32の先端側は、ケーシング14の一方の側部14bに形成された開口部44からこのケーシング14内に挿入自在である。

【0014】投射機構24は、図2に示すように、変位手段としてY軸スライドユニット46とZ軸スライドユニット48とを備える。Y軸スライドユニット46は、水平方向に指向するY軸モータ50を有し、このY軸モータ50に連結されるボールねじ52とこのボールねじ52に平行な一对のガイドバー54とを介して、Z軸スライドユニット48が矢印Y方向に進退自在である。このZ軸スライドユニット48を構成するZ軸モータ56から鉛直下方向に延在するボールねじ58と、このボールねじ58に平行な一对のガイドバー60とを介して、移動体62が矢印Z方向に進退自在である。

【0015】移動体62から矢印Y方向に延在する一对の支持ロッド64の先端に、矢印Z方向に指向して管体66が装着される。管体66の上部には、水18の導入をON・OFFするための開閉弁68が設けられるとともに、この管体66の下部には、前記水18にガラスビーズ20を混合するためのミキシングチャンバ70が連結され、このミキシングチャンバ70の下部にノズル72が配設される。

【0016】水供給機構26は、開閉弁68の入口側に接続される水管路74を有し、この水管路74は、ケーシング14内でスパイラル状に巻かれた後、このケーシング14の他方の側部14cに継手76を介して接続される（図1参照）。この継手76には、図示しない高圧ポンプが接続されており、この高圧ポンプは、噴流22を歯車12に向かって所定の噴射圧力で投射するように設定されている。

【0017】ガラスビーズ供給機構28は、ケーシング14の上面に取り付け台78を介して保持されるホッパー80を備える。ホッパー80の外周には、このホッパー80に貯留されている複数のガラスビーズ20同士が水分により互いに密着することを阻止するために、バンド状ヒータ81が装着される。

【0018】ホッパー80の下部に、このホッパー80内のガラスビーズ20の残量を検出するためのロードセル82が配設される。図1に示すように、ホッパー80の出口側には、計量バルブ84、負圧計86およびレーザ流量計88が鉛直下方向に指向して連結されている。管路90は、その一端をレーザ流量計88に接続され、その他端をケーシング14内のチャンバ14aに挿入してミキシングチャンバ70に接続される。ホッパー80に充填されているガラスビーズ20は、その直径が0.05mm〜0.3mmに設定されている。

【0019】基台29上には、ミスト回収機構92が載置される。このミスト回収機構92を構成する一对のダクト94、96の先端部は、ケーシング14の側部からチャンバ14aに挿入され、歯車12とノズル72との間にかつ前記歯車12に近接して配置されている。

【0020】ケーシング14の下部側には、下方に指向して縮径する円錐部98が一体的に設けられており、この円錐部98の下部開口部の下方には、排液用コンベア100が配設されている。

【0021】このように構成される第1の実施形態に係る高強度化装置10の動作について、以下に説明する。

【0022】まず、切削加工により歯切り加工が施された歯車12には、浸炭焼入れ処理が行われる。そして、浸炭焼入れ処理後の歯車12が歯車保持機構16を構成するスピンドル42にセットされる一方、投射機構24を構成するノズル72は、Y軸スライドユニット46およびZ軸スライドユニット48を介して矢印Y方向および矢印Z方向に選択的に位置調整され、前記歯車12に対応して配置される。

【0023】そこで、スピンドルモータ40を介してスピンドル42と一体的に歯車12が所定方向に回転するとともに、X軸スライドユニット30を構成するX軸モータ34を介し、前記歯車12がこのスピンドルユニット32と一体的に矢印X方向に移動する（図1参照）。

【0024】一方、投射機構24が駆動され、図示しな

い高圧ポンプの作用下に水18が水管路74を介して管体66からミキシングチャンバ70に圧送される。また、ガラスビーズ供給機構28を構成する計量バルブ84が駆動され、ミキシングチャンバ70に管路90から所定量のガラスビーズ20が送給されている。このため、ノズル72から水18が噴射されると、ミキシングチャンバ70内に負圧が発生し、管路90内のガラスビーズ20がこの水18と混合して噴流22となって前記ノズル72から歯車12に投射される。

【0025】その際、歯車12が一回転する間に、この歯車12が矢印X1方向（歯車12の厚さ方向）にノズル72の開口直径以内の距離だけ移動するように設定されている。従って、水18とガラスビーズ20との噴流22は、指向性を有して歯車12の歯先102、歯面104および歯元106の所望の位置に正確かつ均一に衝突する（図3A～図3C参照）。

【0026】ここで、モジュールが1.5、振れ角が36°、圧力角が17.5°、歯数が52に設定された歯車12を用い、噴流22を歯面104の基準ピッチ円（PCD）対応部分に対して18°で投射する。これにより、歯車12の歯面104および歯元106に対して噴流22を確実に投射することができ、前記歯面104および前記歯元106に対し十分な圧縮残留応力を付与することが可能になる。

【0027】さらに、図4に示すように、ガラスビーズ20が歯車12の歯面104に衝突すると、この歯面104の表面は、前記ガラスビーズ20を介して圧縮残留応力が付与されるとともに研磨され、さらに、前記ガラスビーズ20が粉砕される。その際、粉砕片20aは、歯面104に向けて噴射される水18によってこの歯面104の表面に鋭角に押し付けられる。このため、歯車12は、少なくとも歯面104の基準ピッチ円対応部分から歯元106にわたって研磨処理が施され、確実に平滑面に加工されるという効果が得られる。

【0028】また、図1に示すように、歯車保持機構16は、水供給機構26およびガラスビーズ供給機構28と反対側からチャンバ14aに臨むように設定されている。従って、歯車保持機構16と水供給機構26およびガラスビーズ供給機構28とが干渉することがなく、高強度化装置10の全体構成を容易に小型化することが可能になる。

【0029】なお、図5Aは、歯車12に浸炭焼入れ処理を施した後の歯面104の拡大図を示し、図5Bは、この歯車12に高強度化装置10により高強度化処理が施された後の前記歯面104の拡大図を示す。また、図6Aは、浸炭焼入れ処理後の歯底の拡大図を示し、図6Bは、前記高強度化装置10による高強度化処理が施された歯底の拡大図を示す。これにより、歯面104および歯底の表面は、高強度化処理によって酸化物層が有効に除去されるとともに、平滑化されていることがわかつ

た。

【0030】ところで、ノズル72から噴流22を投射して歯車12に高強度化処理を施す際、チャンバ14a内には粉砕された微細なガラスビーズ屑が浮遊する。このため、ミスト回収機構92が駆動されることにより、チャンバ14a内に浮遊する微細なガラスビーズ屑を一對のダクト94、96から吸引して確実に回収することができる。また、チャンバ14aに噴射されている水18およびガラスビーズ20の粉砕片20aは、ケーシング14の下部に設けられている円錐部98から排液用コンベア100内に排出され、この排液用コンベア100を介して外部に回収される。

【0031】次いで、噴流22の歯面104の基準ピッチ円対応部分に対して投射される角度（投射角）を種々変更して各歯車12に高強度化処理を施した後、夫々の歯車12の圧縮残留応力と面粗さを測定する実験を行った。その結果が、図7に示されている。

【0032】これにより、歯面104への投射角が30°以上になると、この歯面104の面が粗れてしまう一方、この投射角が10°以下では、十分な圧縮残留応力を付与することができなかった。従って、噴流22の投射角は、10°～30°の角度範囲に設定することが望ましいという結果が得られた。

【0033】ところで、図8に示すように、歯面104aの圧力角が小さな歯車12aに対して高強度化処理を行う際には、ノズル72を平行移動（オフセット）することにより、容易に対応することができる。すなわち、ノズル72の軸心と歯車12aの中心Oとを結ぶ直線L上にこのノズル72が配設された状態で、噴流22の投射角が基準ピッチ円対応部分で10°以下になる場合、このまま使用すると、上記のように十分な圧縮残留応力を付与できないという不具合が発生してしまう。

【0034】そこで、図2に示すように、Y軸スライドユニット46を構成するY軸モータ50の駆動作用下に、移動体62を矢印Y1方向に所定量（歯車12aの圧力角に対応して決定される距離）だけ平行移動させる。そして、歯車12aの歯面104aに対する噴流22の投射角が10°～30°の範囲内になる位置でノズル72を位置決めし、この状態で前記歯車12aに対する高強度化処理を行えばよい。これにより、種々の異なる歯車12、12a等に容易に対応することができ、極めて汎用性に優れるという利点が得られる。

【0035】次いで、表1に示す仕様を有し、JIS規格SCM420からなる素材により製造された歯車12b、12cを用意し、この歯車12b、12cに浸炭焼入れ処理を行った。さらに、歯車12bの回転数を28回転、歯車12cの回転数を23回転に設定し、表2に示す条件下で、高強度化装置10による高強度化処理が施された。この場合、歯車12bの歯面に対する投射角が18°、歯車12cの歯面に対する投射角が19°、

この歯車12b、12cの歯底に対する投射角がそれぞれ45°、40°に設定された。

【0036】なお、ガラスビーズ20の組成は、SiO₂が72wt%、Al₂O₃が2wt%、Na₂OとK₂Oの和が13.5wt%、MgOが3.5wt%、CaOが9wt%であった。

【0037】

【表1】

表 1

	歯車12b	歯車12c
モジュール	1.5	1.5
圧力角	17.5°	17.5°
振れ角	36°	36°
歯 数	36 枚	44 枚
歯 幅	13 mm	12 mm

【0038】

【表2】

表 2

ガラスビーズ径	φ 0.09 ~ 0.14 mm
ノズルの送り速度	7 mm / min
ガラスビーズ流量	50 g / min
水 圧 (流速)	196 MPa (630 m / sec)
ノズル径	40 / 1000 インチ

【0039】そこで、上記高強度化処理が施された歯車12bと12cおよび浸炭焼入れ処理のみが施された歯車12b'と12c'を、それぞれ組み合わせ、所定のトルクが加わるようにして回転させて、歯元強度および歯面強度を確認する実験を行った。その結果が、表3および図9に示されている。

【0040】

【表3】

表 3

	歯元強度 (10 ⁴ 回)	歯面強度 (10 ⁴ 回)
処理済み	32 kgfm	17 kgfm
処理なし	25 kgfm	13 kgfm

【0041】これにより、ガラスビーズ20と水18との噴流22により高強度化処理が施された歯車12b、12cは、浸炭焼入れ処理のみが施された歯車12b'、12c'に比べ、歯元強度が約28%向上し、歯面強度においても約31%向上したことが認められた。

【0042】また、図10には、クロム鋼 (JIS規格SCr) からなる歯車12dに噴流22による高強度化処理を施したものと、これと同一材料からなり、高強度化処理が施されない歯車12d'とを用い、それぞれの歯元応力を測定した結果が示されている。これにより、噴流22による高強度化処理が施された歯車12dは、未処理の歯車12d'に比べて歯元応力が50%も向上した。

【0043】次に、図11および図12には、本発明の第2の実施形態に係る高強度化装置を構成する投射機構120が示されている。なお、第1の実施形態に係る投射機構24と同一の構成要素には同一の参照符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0044】この投射機構120は、一對の支持ロッド64の先端に固定される支持板122を備え、この支持板122に傾動手段としての旋回モータ124が固着される。この旋回モータ124の回転駆動軸126には、回転部材128を介して管体66が装着される。

【0045】このように構成される投射機構120では、図13に示すように、圧力角の小さな歯面104a

を有する歯車12aが用いられる際、旋回モータ124の駆動作用下に回転駆動軸126を介して回転部材128と一体的に管体66が所定の角度だけ傾動される。従って、ノズル72は、歯車12aの中心Oに向かう姿勢から所定の角度αだけ傾動した姿勢で歯車12aの歯面104aに指向する (図13中、二点鎖線参照)。このため、ノズル72から投射される噴流22の投射角は、10°~30°の角度範囲内に変更設定される。

【0046】このように、ノズル72を傾動させるだけで圧力角等の異なる種々の歯車12、12aに対応することができる他、このノズル72の角度を変更するだけで、前記歯車12、12aの歯面104、104aの両側に対しそれぞれ10°~30°の角度範囲内で噴流22を投射することが可能になる。

【0047】すなわち、従来、歯面104、104aの片側に高強度化処理を施した後、歯車12、12aをスピンドル42から取り外して反転させた状態でこのスピンドル42に取着し、この歯面104、104aの反対側に高強度化処理を施していた。これに対し、第2の実施形態では、ノズル72を歯車12、12aの中心(O)とノズル中心とを結ぶ直線(L)に対して左右対称にオフセット可能である。このため、この歯車12、12aを逆回転させるだけで前記歯車12、12aの付け替え作業が不要になり、該歯車12、12aをスピンドル42に一旦取着した状態で、歯面104、104a

の両側に高強度化処理が遂行され、該高強度化処理の効率化が容易に図られるという効果が得られる。

【0048】次に、図14および図15には、本発明の第3の実施形態に係る高強度化装置140が示されている。なお、第1の実施形態に係る高強度化装置10と同一の構成要素には同一の参照符号を付してその詳細な説明は省略する。

【0049】高強度化装置140は、比較的長尺な被処理物142に対応した歯車保持機構144を備える。この被処理物142は、長尺なロッド部142aとこのロッド部142aの端部に一体的に設けられた歯車部142bとから構成される。

【0050】歯車保持機構144は、ケーシング14の一方の側部14b側に配置されるスピンドルユニット148と、このケーシング14の他方の側部14c側に配置されるとともに、前記スピンドルユニット148と同軸的に対向する回転センタ150とを備える。

【0051】スピンドルユニット148は、スピンドルモータ152に連結されたスピンドル154を有し、このスピンドル154の先端には、歯車部142bの端部を嵌合するための把持部材156が設けられる。回転センタ150は、被処理物142のロッド部142aの端部を支持するセンタリング部材158を有し、このセンタリング部材158がシリンダ160を介して矢印X方向に進退自在である。

【0052】投射機構24は、図15に示すように、X軸スライドユニット162を備える。このX軸スライドユニット162は、ケーシング14の側部14cに固着されており、図示しないモータおよびボールねじ構造によりY軸スライドユニット46をZ軸スライドユニット48と一体的に矢印X方向に進退させる。

【0053】このように構成される高強度化装置140では、まず、歯車部142bの端部が把持部材156に嵌合されるとともに、ロッド部142aの端部がセンタリング部材158に支持される。これにより、被処理物142が歯車保持機構144に位置決め保持される。

【0054】次いで、スピンドルユニット148を構成するスピンドルモータ152の作用下にスピンドル154を介して把持部材156と一体的に被処理物142が回転される。一方、X軸スライドユニット162が駆動されてノズル72が矢印X方向に移動しながら、このノズル72から被処理物142の歯車部142bに噴流22が投射され、この歯車部142bに高強度化処理が遂行される。

【0055】従って、第3の実施形態に係る高強度化装置140では、第1の実施形態に係る高強度化装置10と同様の効果が得られることになる。

【0056】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る歯車の高強度化装置では、熱処理後の歯車表面にガラスビーズと液

体との噴流が投射されることにより、圧縮残留応力の付与と前記ガラスビーズの粉砕による酸化物層の除去および歯車表面の平滑化が効率的かつ高精度に行われる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施形態に係る高強度化装置の一部断面正面説明図である。

【図2】前記第1の実施形態に係る高強度化装置の一部断面側面説明図である。

【図3】前記高強度化装置の動作を説明する図であり、図3Aは、歯先処理状態の説明図であり、図3Bは、歯面処理状態の説明図であり、図3Cは、歯元処理状態の説明図である。

【図4】歯面にガラスビーズが衝突した際の説明図である。

【図5】前記高強度化装置の動作説明図であり、図5Aは、浸炭焼入れ処理後の基準ピッチ円対応部分の拡大図であり、図5Bは、前記高強度化処理が施された基準ピッチ円対応部分の拡大図である。

【図6】前記高強度化処理の説明図であり、図6Aは、浸炭焼入れ処理後の歯底の拡大図であり、図6Bは、前記高強度化処理後の歯底の拡大図である。

【図7】投射角と残留応力および面粗さとの関係を示す図である。

【図8】ノズルをオフセットした状態の説明図である。

【図9】高強度化処理が施された歯車と該処理が施されない歯車とにおけるそれぞれの負荷トルクの説明図である。

【図10】前記高強度化処理が施された歯車と該処理が施されない歯車とにおけるそれぞれの歯元応力の説明図である。

【図11】第2の実施形態に係る高強度化装置を構成する投射機構の斜視説明図である。

【図12】図11の投射機構の正面説明図である。

【図13】図12の投射機構による角度調整作業の説明図である。

【図14】第3の実施形態に係る高強度化装置の一部断面正面説明図である。

【図15】図14の高強度化装置の一部断面側面説明図である。

【符号の説明】

10、140…高強度化装置	12、12a…歯車
14…ケーシング	14a…チャンバ
16、144…歯車保持機構	18…水
20…ガラスビーズ	22…噴流
24、120…投射機構	26…水供給機構
28…ガラスビーズ供給機構	30、162…X軸スライドユニット
32、148…スピンドルユニット	42、154…スピンドル

46…Y軸スライドユニット
ドユニット
66…管体
チャンバ
72…ノズル
80…ホッパー

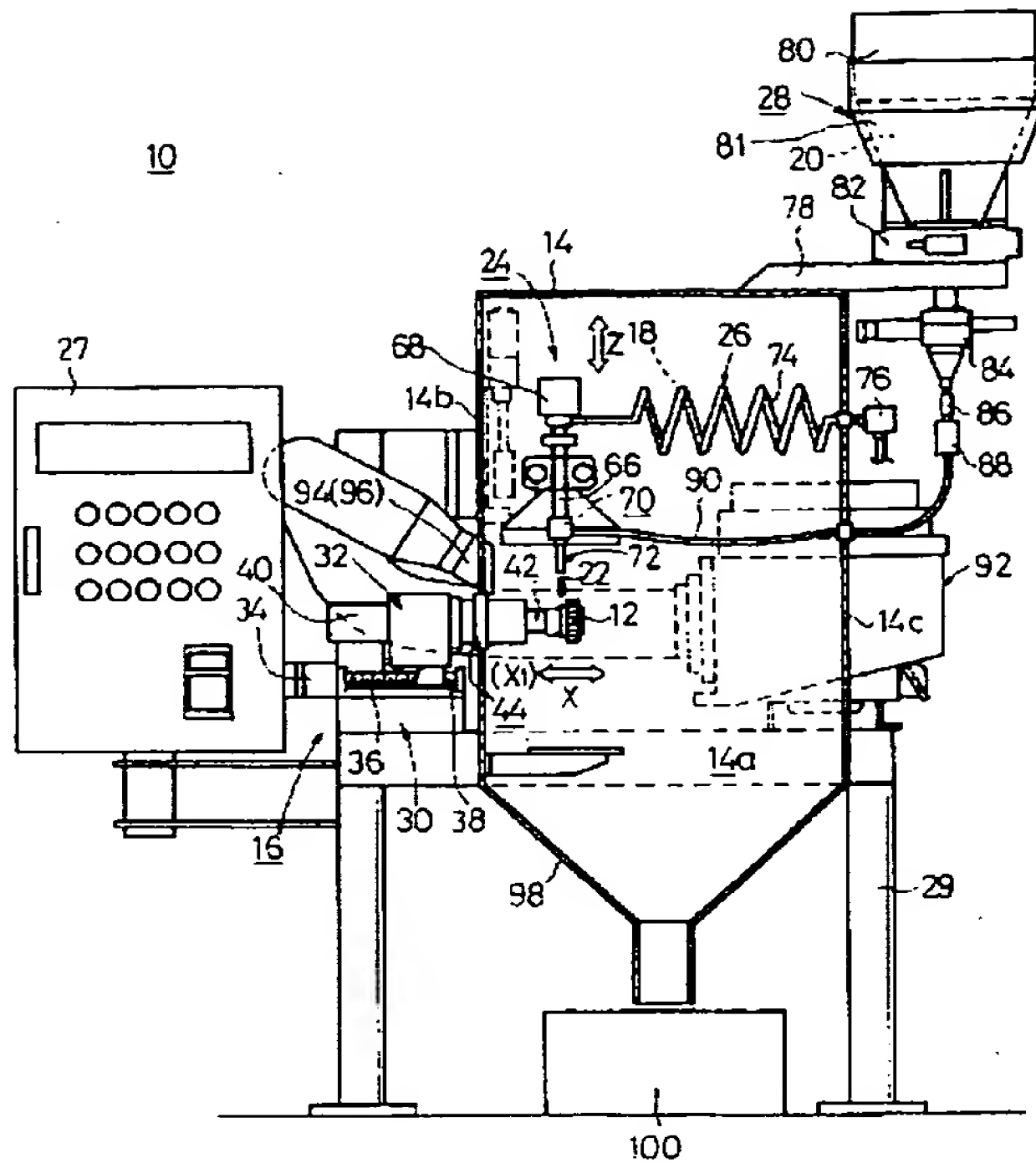
48…Z軸スライ
ドユニット
70…ミキシング
74…水管路
90…管路

92…ミスト回収機構
104、104a…歯面
124…旋回モー
タ
142…被処理物
150…回転セン
タ

102…歯先
106…歯元
128…回動部材
142b…歯車部

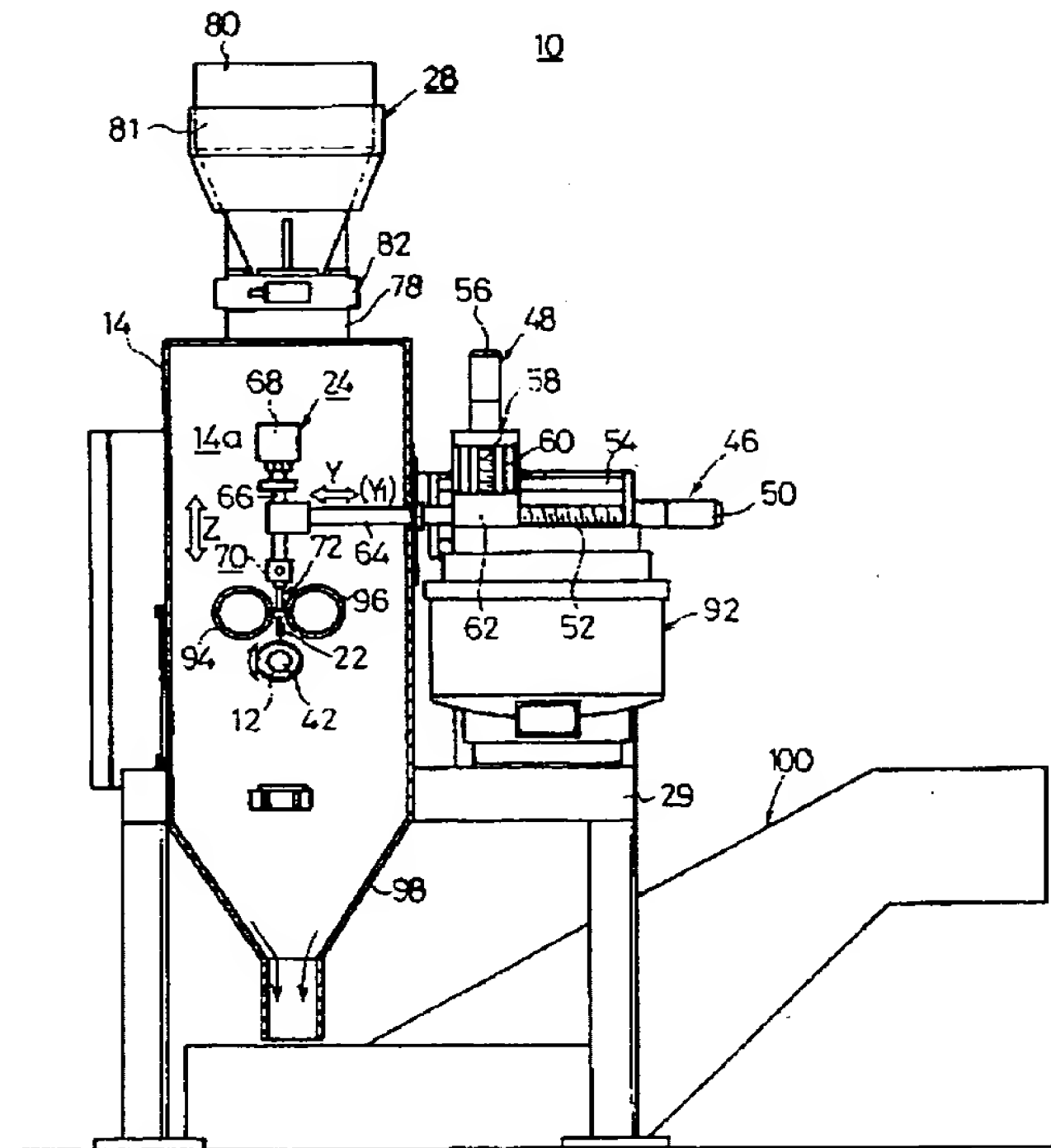
【図1】

FIG. 1



【図2】

FIG. 2



【図5】

FIG. 5A

PCD浸炭後

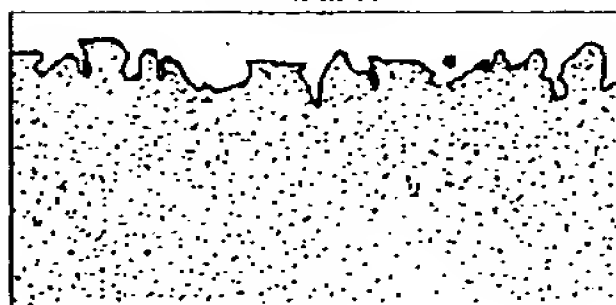
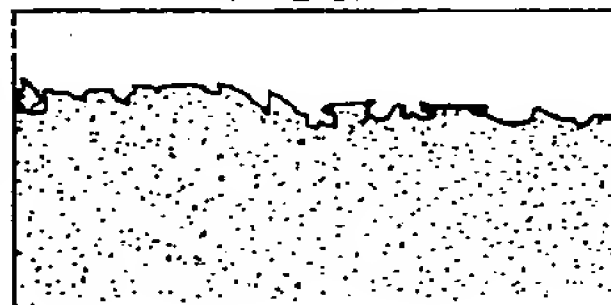


FIG. 5B

PCD処理後



【図6】

FIG. 6A

歯底浸炭後

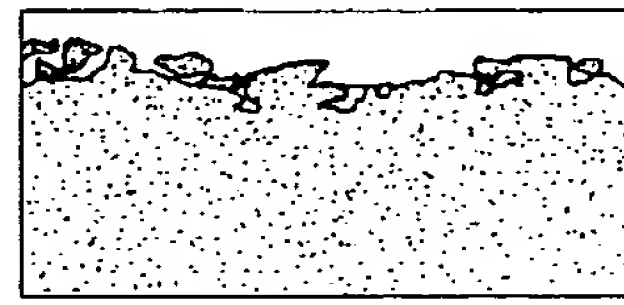
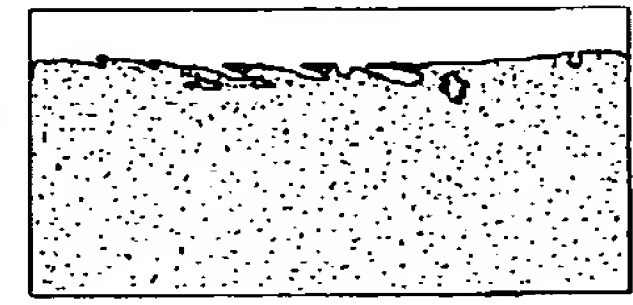


FIG. 6B

歯底処理後



【図3】

FIG. 3A

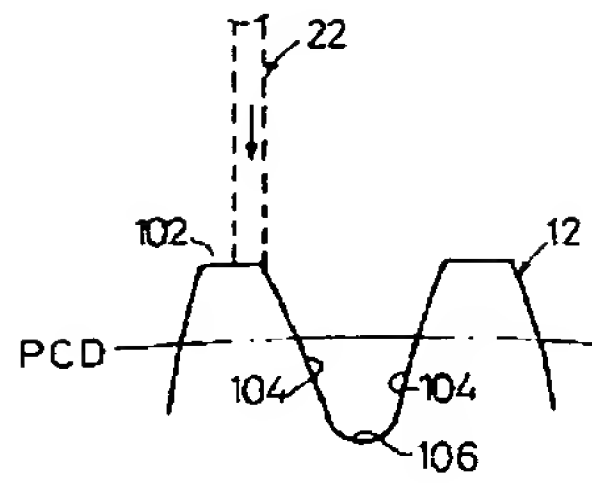


FIG. 3B

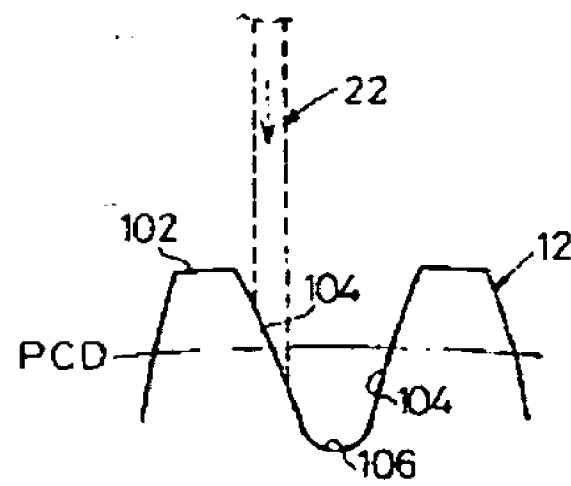
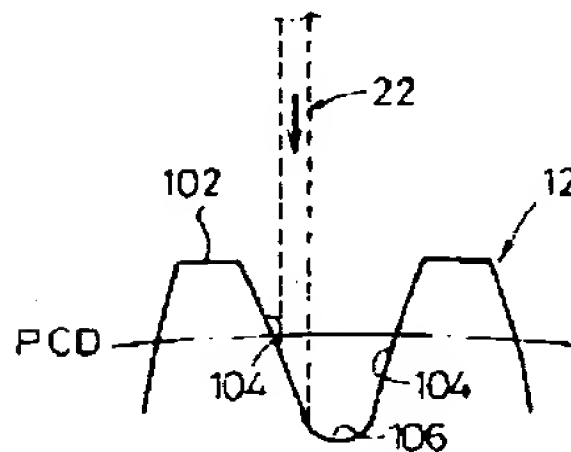
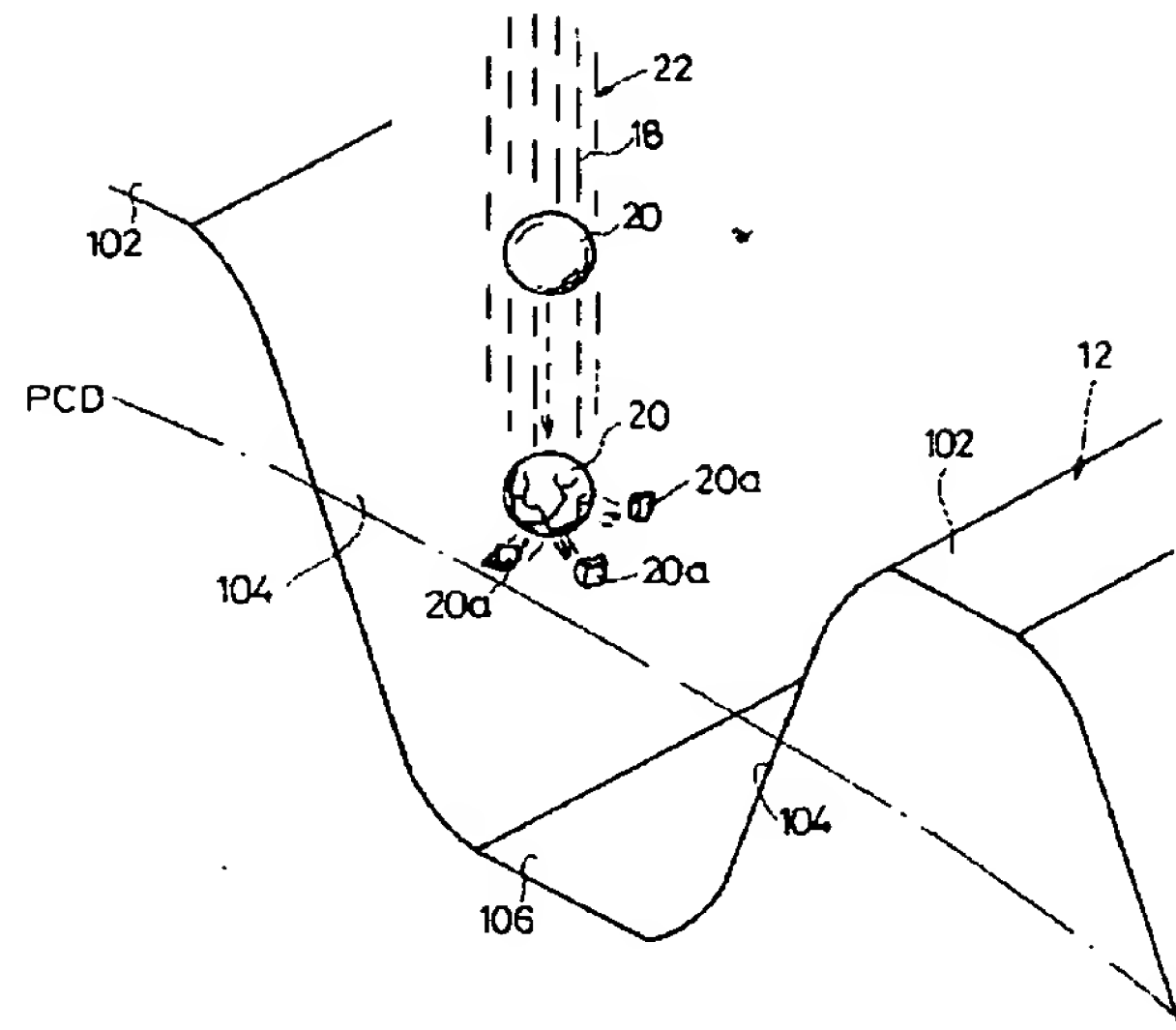


FIG. 3C



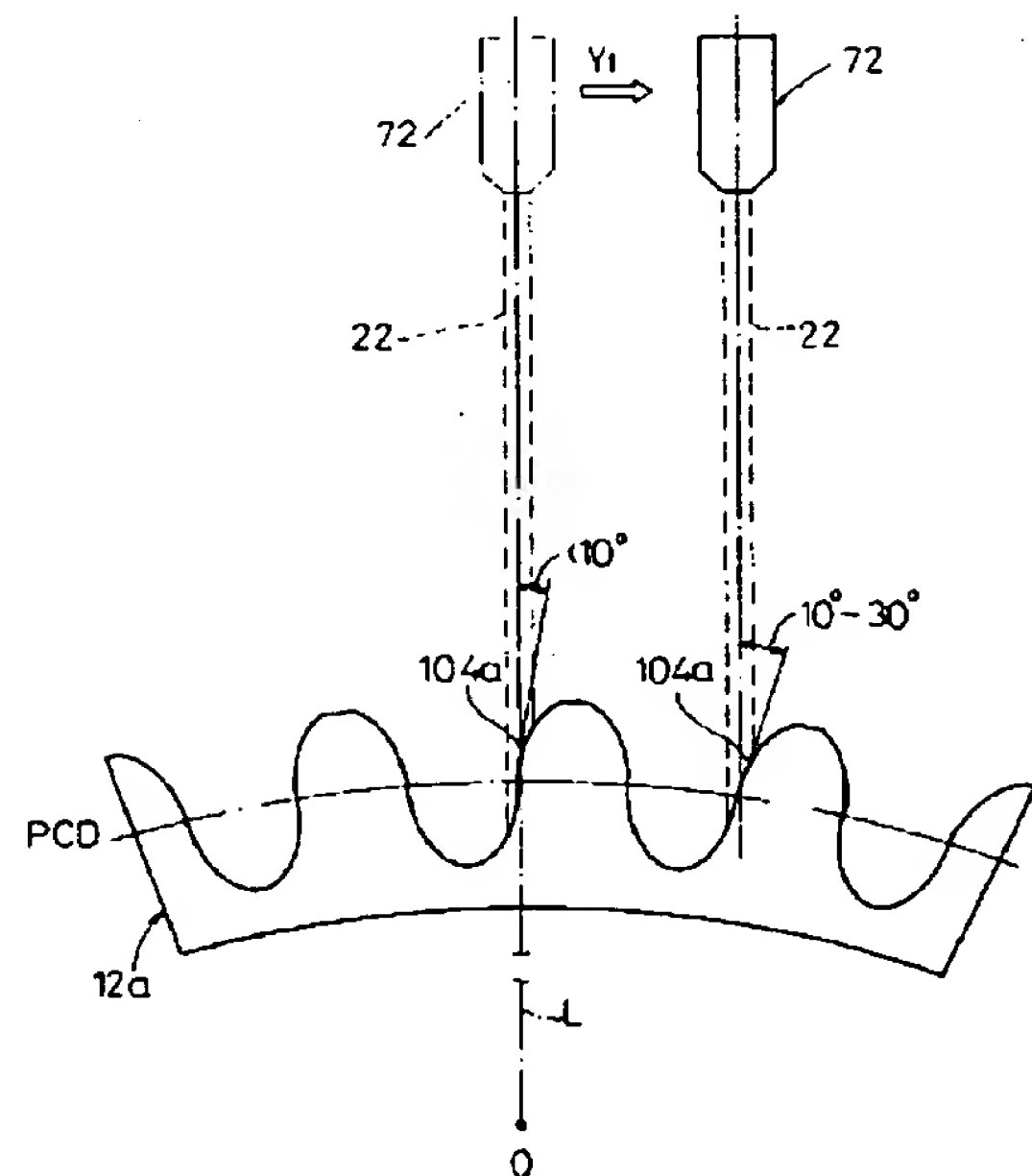
【図4】

FIG. 4



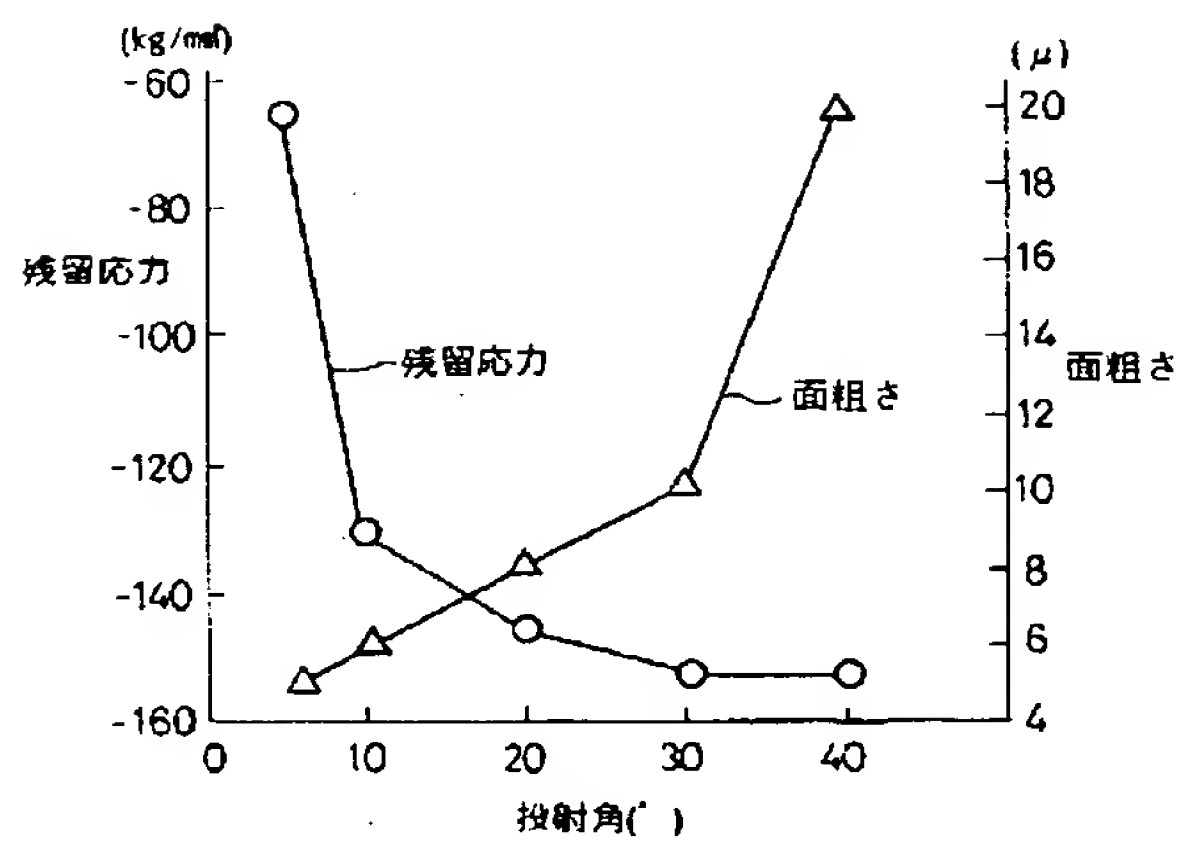
【図5】

FIG. 8



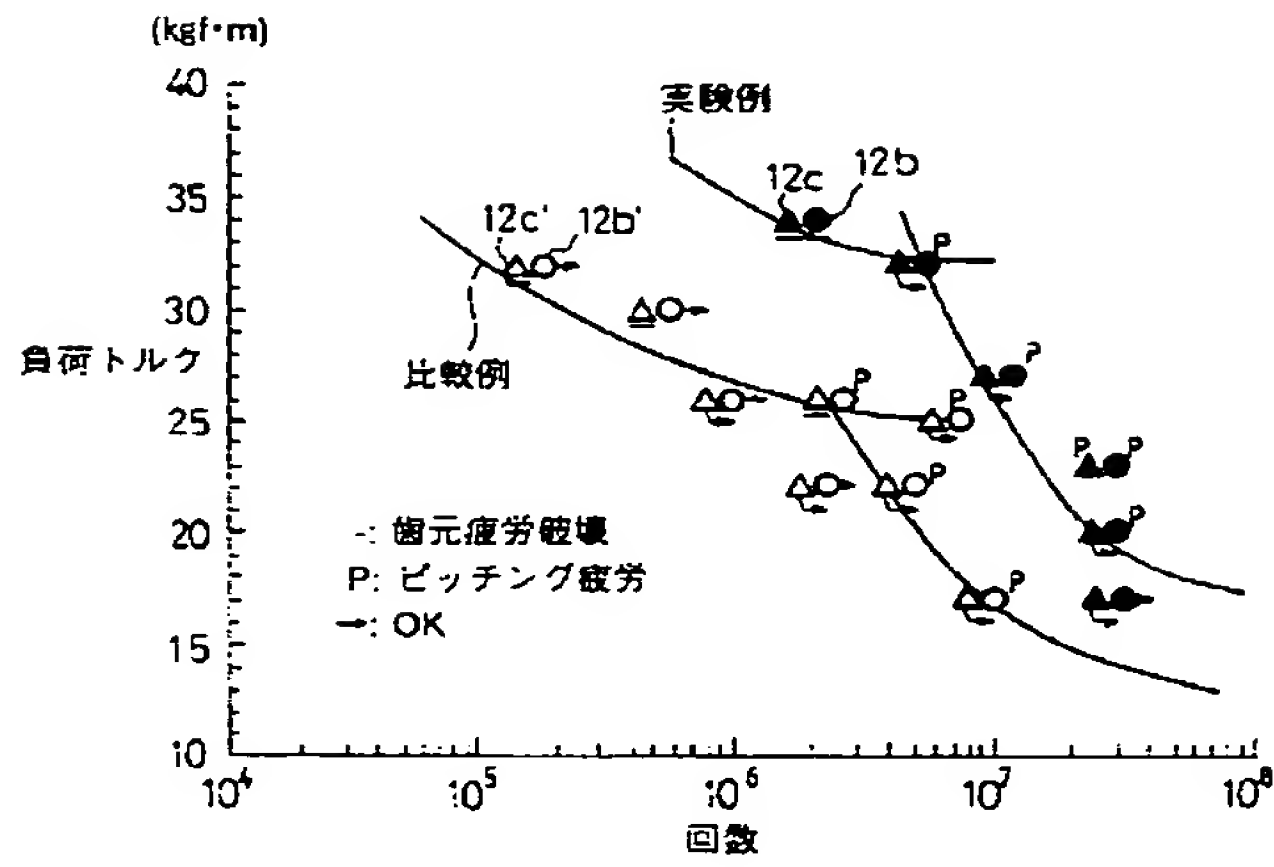
【図7】

FIG. 7



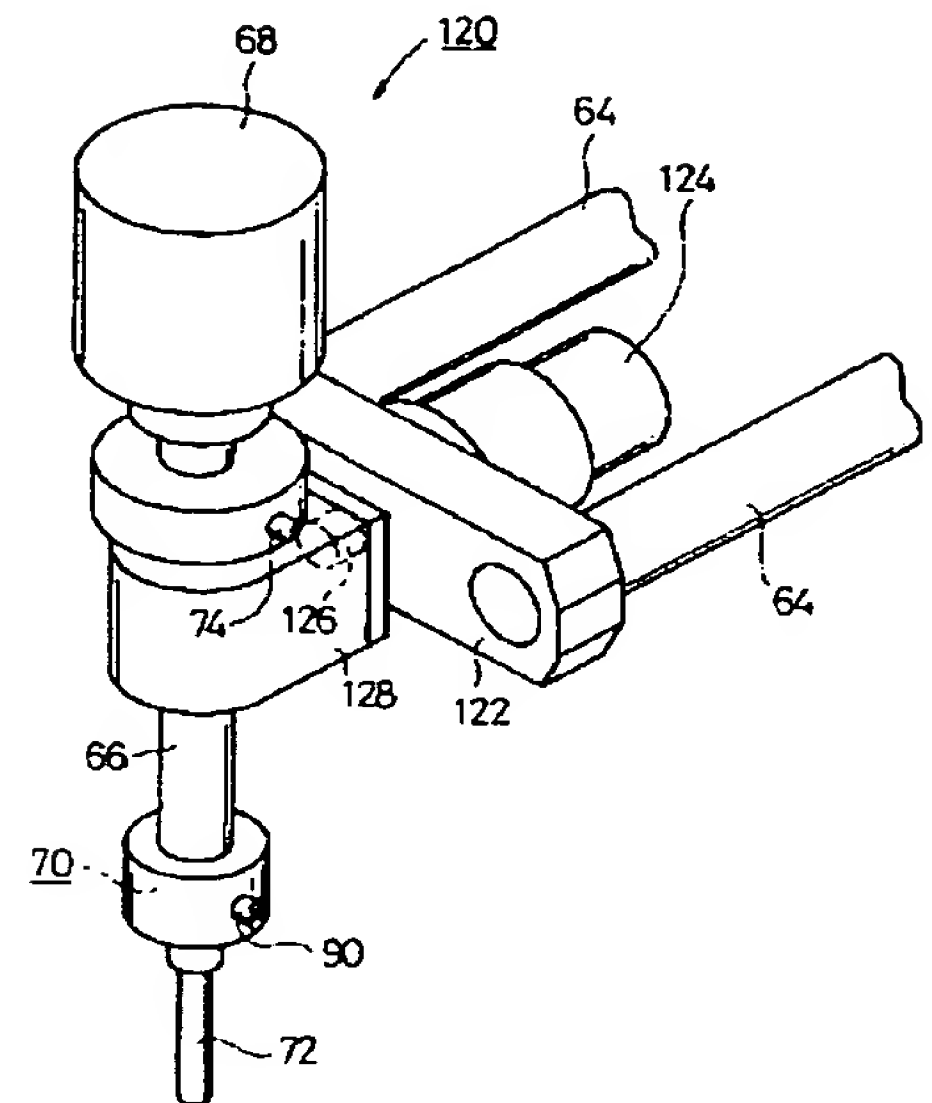
【図9】

FIG. 9



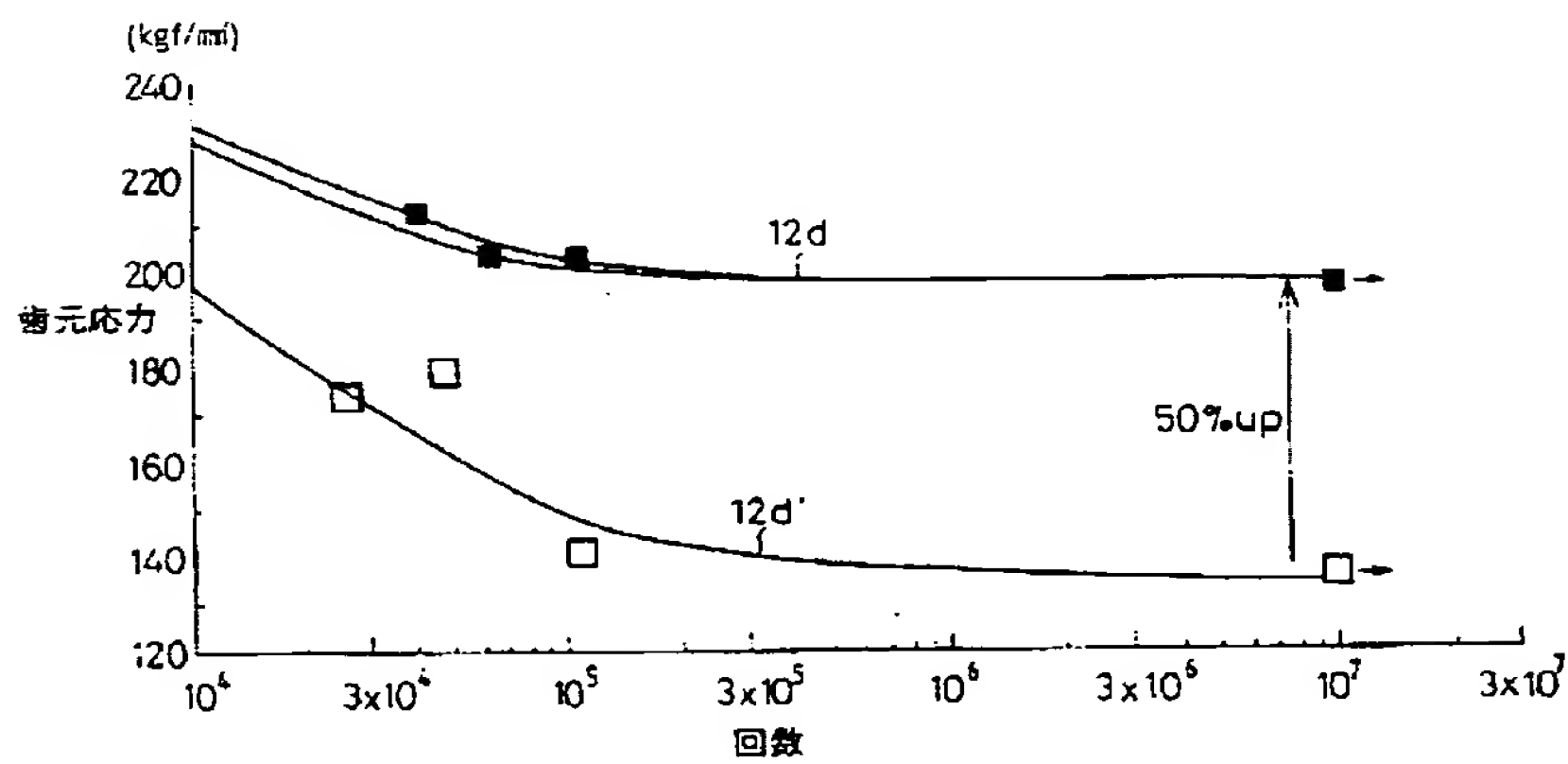
【図11】

FIG. 11



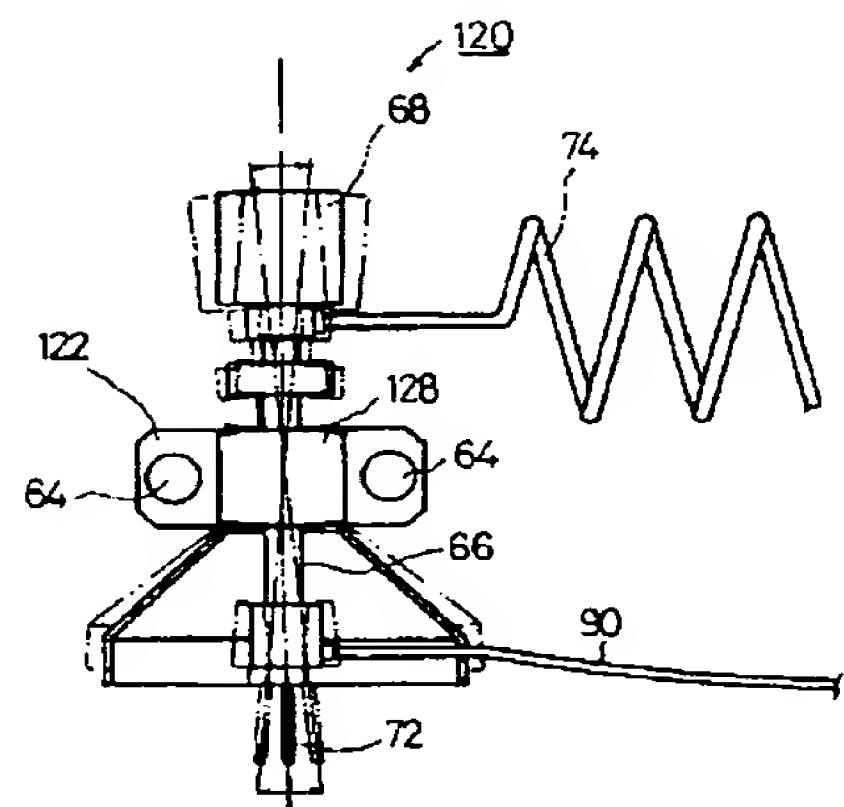
【図10】

FIG. 10



【図12】

FIG. 12



【例 1-4】

FIG. 14

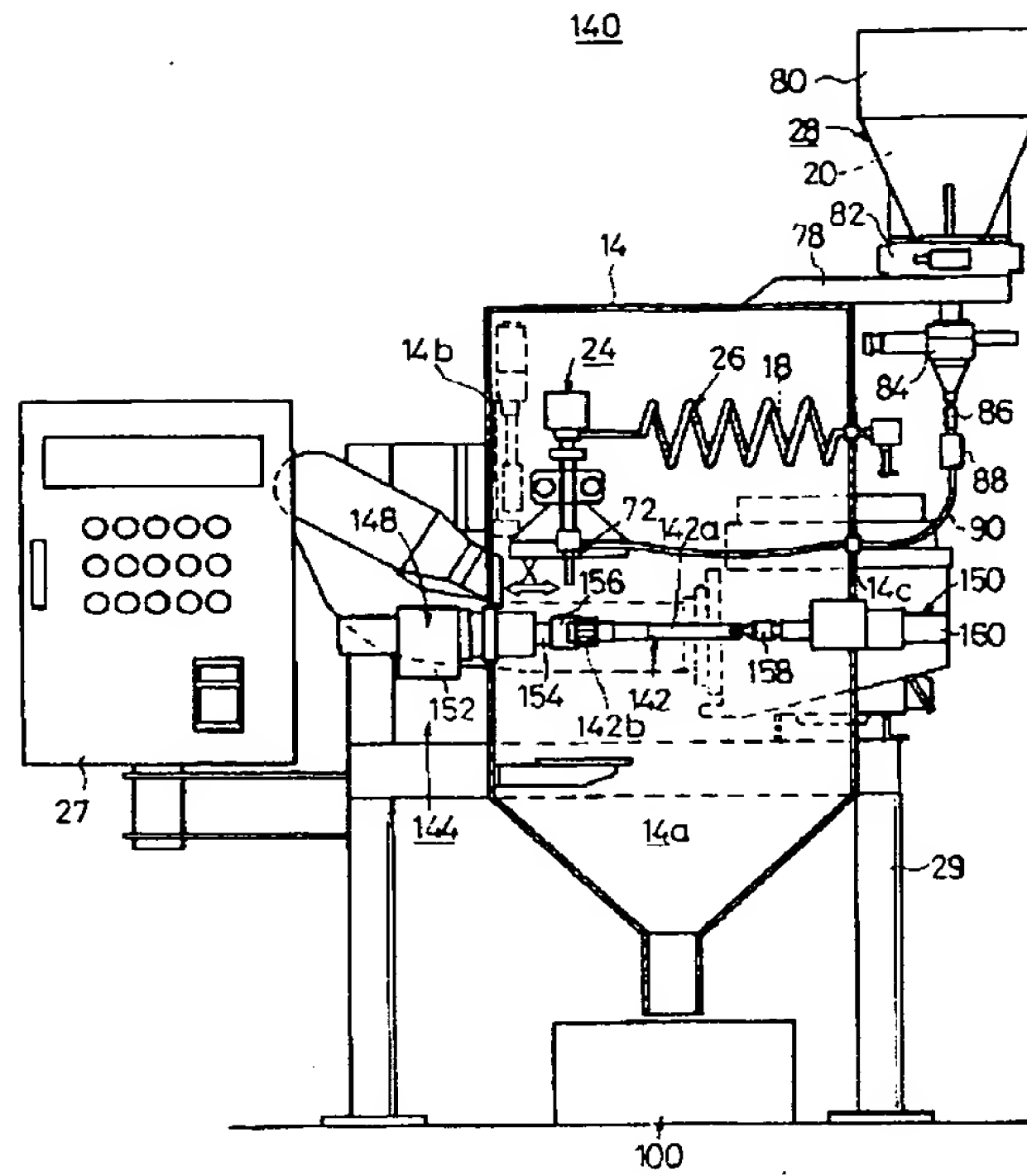


FIG. 15

